

УДК 378.147:004.42-047.22

DOI <https://doi.org/10.32782/2412-9208-2025-3-252-261>

THE DEVOPS PEDAGOGICAL FRAMEWORK IN THE CONTEXT OF DIGITAL TRANSFORMATION IN EDUCATION

ПЕДАГОГІЧНА РАМКА DEVOPS У КОНТЕКСТІ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ ОСВІТИ

Mykhailo LUCHKEVYCH,

Candidate of Physical and
Mathematical Sciences, Associate
Professor,
Associate Professor at the
Department of Information Systems
and Networks,
Lviv Polytechnic National University
12, S. Bandera Str., Lviv, 79000,
Ukraine

luchkevychmm@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-2196-252X>

Михайло ЛУЧКЕВИЧ,

кандидат фізико-математичних
наук, доцент,
доцент кафедри інформаційних
систем та мереж,
Національний університет
«Львівська політехніка»
вул. С. Бандери, 12, м. Львів,
79000, Україна

Volodymyr PASICHNYK,

Doctor of Technical Sciences,
Professor,
Professor at the Department of
Information Systems and Networks,
Lviv Polytechnic National University
12, S. Bandera Str., Lviv, 79000,
Ukraine

vpasichnyk@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-5231-6395>

Володимир ПАСІЧНИК,

доктор технічних наук, професор,
професор кафедри інформаційних
систем та мереж,
Національного університету
«Львівська політехніка»
вул. С. Бандери, 12, м. Львів,
79000, Україна

ABSTRACT

The article discusses the conceptual transformation of DevOps – evolving from a technical methodology for managing the software lifecycle into a pedagogical framework capable of structuring the modern educational process amid the digital transformation of education. The article demonstrates how DevOps, initially an approach to integrating software development and operation that emerged in 2009, has evolved beyond the engineering environment to form a new culture of collaboration, automation, transparency, and continuous improvement. In a pedagogical context, DevOps is interpreted as a systemic-conceptual model integrating the principles of integration, collaboration, automation, reflection, and continuity into the architecture of professional IT

training. This approach unifies the theoretical, practical, and research activities of students into a system that continuously improves their knowledge and skills.

The purpose of this study is threefold: first, to determine the pedagogical nature of DevOps; second, to justify DevOps as a pedagogical framework; and third, to clarify the relationship between the concepts of "methodology" and "framework" in educational discourse. To achieve these goals, the study employed theoretical and methodological analyses, systematic and comparative methods, and an interpretive approach to translating the technical principles of DevOps into the pedagogical sphere. Additionally, elements of educational process modeling were incorporated.

The results prove that DevOps is not limited to teaching methodology functions; rather, it forms a new educational paradigm focused on flexibility, integration, reflectivity, and continuous improvement. The study proposes a systemic hierarchy in which DevOps is defined as a multilevel pedagogical system, from the paradigm and framework to the methodology, techniques, and teaching tools that ensure the concept's implementation in educational practice.

The study's scientific novelty lies in its theoretical justification of DevOps as a pedagogical framework combining cultural, technological, and didactic aspects. This framework ensures a transition from traditional knowledge transfer models to interactive educational models. Within these models, students, teachers, and the digital environment form a common ecosystem of continuous professional development.

Key words: DevOps, pedagogical framework, methodology, professional training, and digital transformation of education.

Вступ. Сучасна освіта перебуває під потужним впливом глобальної цифрової трансформації, що докорінно змінює зміст, методи й організацію навчального процесу. У нових соціотехнологічних умовах від освітніх систем вимагається не лише передавання знань, а й формування здатності до швидкої адаптації, самоорганізації та міждисциплінарної взаємодії. Особливо гостро ці виклики постають у галузі інформаційних технологій, де ритм технологічних змін перевищує традиційні освітні цикли. Відтак виникає потреба у пошуку нових педагогічних моделей, здатних інтегрувати теоретичну, практичну та дослідницьку діяльність студентів у єдину систему безперервного вдосконалення.

У цьому контексті особливої уваги заслуговує DevOps-підхід, який історично виник як методологія інтеграції процесів розробки (Development) та експлуатації (Operations) у сфері програмної інженерії. Його головна ідея полягає у зменшенні бар'єрів між командами розробників і фахівців з експлуатації, у створенні спільної відповідальності за якість продукту, у впровадженні автоматизації, колаборації та безперервного покращення. Принципи DevOps – безперервна інтеграція, безперервне розгортання, зворотний зв'язок, співпраця та вдосконалення – поступово виходять за межі суто технічної сфери, утворюючи новий тип мислення та культури взаємодії.

В освітньому вимірі ці принципи мають виразне дидактичне відображення. Безперервність ітерацій, рефлексія над результатами, автоматизоване тестування гіпотез і командна взаємодія є типовими рисами

сучасного компетентнісно-орієнтованого навчання. DevOps як освітня парадигма пропонує бачення навчального процесу як цифрового циклу взаємодії, оцінювання та вдосконалення, у якому студент виступає не пасивним реципієнтом знань, а активним учасником створення освітнього продукту – від планування завдання до його рефлексивного аналізу.

Актуальність дослідження DevOps у педагогіці зумовлена тим, що освітня практика потребує системної рамки, здатної інтегрувати принципи гнучкого управління, цифрової культури та самоорганізації в освітній простір. При цьому постає фундаментальне наукове питання: чи слід розглядати DevOps у педагогіці лише як методологію – тобто сукупність методів і підходів до організації освітнього процесу, – чи як педагогічну рамку, що визначає саму архітектуру та логіку освітньої системи?

Постановка цієї проблеми має не лише теоретичне, а й практичне значення. Від відповіді на неї залежить, чи сприйматиметься DevOps-освіта як окремий напрям методичної роботи (аналогічно Agile чи Lean-методології), чи як новий системний рівень педагогічного мислення, здатний формувати цілісну концепцію підготовки ІТ-фахівців. Тому актуальність дослідження полягає у необхідності теоретичного осмислення DevOps як педагогічного феномену, визначення його місця у структурі педагогічних категорій і побудови концептуальної моделі взаємозв'язку DevOps-методології та DevOps-рамки.

Мета статті – визначити педагогічну природу DevOps у контексті професійної підготовки ІТ-фахівців, обґрунтувати його як педагогічну рамку та з'ясувати співвідношення понять *методологія* і *рамка* у педагогічному дискурсі.

Завдання дослідження: проаналізувати сутність DevOps як технічного та культурного явища; обґрунтувати роль DevOps як педагогічної рамки освітнього процесу.

Методи та методики дослідження. Дослідження виконано із застосуванням теоретико-методологічного аналізу, який включав: порівняльний аналіз різних визначень DevOps (як процесу, практики, філософії, культурного підходу, бізнес-стратегії); системний аналіз педагогічних понять «рамка» та «методологія»; інтерпретаційний метод – для перенесення технічних DevOps-принципів у педагогічний контекст.

Результати та дискусії. Термін **DevOps** уперше був введений у науково-практичний обіг у 2009 році під час конференції **«DevOpsDays»**, організованої Патріком Дебуа (Patrick Debois) у місті Гент (Бельгія) [3]. Саме Дебуа вважається однією з ключових постатей, що сприяли формуванню та популяризації цього концепту. Поняття *DevOps* є контамінацією двох англійських слів – *Development* (розробка) і *Operations*

(експлуатація) – що символізує інтеграцію та співпрацю між командами розробників і фахівців з експлуатації. Така інтеграція була спрямована на усунення організаційного розриву між цими підрозділами шляхом упровадження практик спільної діяльності, автоматизації процесів і забезпечення безперервного циклу створення та впровадження програмного забезпечення.

Посилання на зародження концепції DevOps можна простежити у публікаціях і блогах початку 2009 року, зокрема у роботах Джона Олспо (John Allsop) та Пола Хаммонда (Paul Hammond). Під час конференції Velocity (2009 р.) вони представили доповідь під назвою «10 Deploys per Day: Dev and Ops Cooperation at Flickr» [10], у якій на прикладі діяльності компанії Flickr продемонстрували ефективну модель взаємодії між командами розробників і операційних інженерів. Запропонована ними концепція спільної відповідальності, автоматизації та постійної інтеграції згодом стала теоретичним і практичним підґрунтям для формування методології DevOps.

У своїй доповіді Джон Олспо та Пол Хаммонд докладно описали досвід компанії Flickr, якій вдалося досягти значних результатів у забезпеченні частих і безпечних розгортань змін у продуктивному середовищі завдяки ефективній інтеграції діяльності розробників (Development) та операційних інженерів (Operations). Вони наголосили, що саме тісна співпраця та комунікація між цими командами є ключовим чинником підвищення стабільності, надійності та гнучкості процесів розроблення програмного забезпечення.

Основні положення їхньої презентації охоплювали кілька концептуальних аспектів:

- співпраця та взаємодія – необхідність організації спільної роботи розробників і операційних фахівців у межах єдиного процесу замість функціонального поділу, що мінімізує конфлікти та підвищує узгодженість дій під час розгортання;
- спільна відповідальність – обидві сторони мають брати участь у забезпеченні безперебійної роботи програмного продукту: операційні інженери повинні розуміти особливості коду, а розробники – відповідати за стабільність і продуктивність своїх рішень у робочому середовищі;
- автоматизація – автоматизоване виконання рутинних операцій (розгортання, тестування, моніторинг) є запорукою підвищення швидкості змін і зменшення кількості помилок, що стало однією з базових практик DevOps;
- частота розгортань – при належній організації процесів можливо досягти високої інтенсивності випусків: у випадку Flickr – до десяти розгортань на день, що сприяло оперативному впровадженню нових функцій і підвищенню бізнес-ефективності компанії.

Таким чином, доповідь Олспо та Хаммонда стала першою системою демонстрацією практичного потенціалу інтегрованої співпраці Dev і Ops, яка згодом була концептуалізована як методологія DevOps.

В основі цієї моделі лежала ідея інтеграції людей, процесів і технологій, що згодом було офіційно оформлено в концепцію DevOps.

У сучасному науковому дискурсі сформовано низку альтернативних трактувань поняття **DevOps**. Надалі подано аналітичний огляд поширених дефініцій цього терміна з посиланнями на ключові першоджерела:

1) *DevOps як культурний підхід*: DevOps – це культурна та професійна рухлива парадигма, що фокусується на покращенні співпраці між командами розробки (Dev) та операцій (Ops) з метою швидшого і надійнішого впровадження змін у програмне забезпечення [8];

2) *DevOps як процес*: DevOps – це процес інтеграції розробки та операцій, який передбачає автоматизацію та спільну роботу команд для забезпечення швидкого та безпечного розгортання програмного забезпечення [6];

3) *DevOps як набір практик*: DevOps – це набір практик, спрямованих на автоматизацію і інтеграцію процесів між командами розробки програмного забезпечення та IT-операцій для швидшого постачання додатків [4];

4) *DevOps як філософія роботи*: DevOps – це філософія, яка стимулює швидке і надійне впровадження змін через постійну інтеграцію, тестування та розгортання у продуктивному середовищі [6];

5) *DevOps як частина Agile*: DevOps є логічним продовженням Agile, який охоплює всі етапи життєвого циклу розробки – від написання коду до його розгортання і подальшого обслуговування [7];

6) *DevOps як засіб досягнення CI/CD*: DevOps інтегрує практики безперервної інтеграції (CI) та безперервного розгортання (CD) для забезпечення автоматизації та постійного постачання оновлень програмного забезпечення [6];

7) *DevOps як інструмент ефективності*: DevOps спрямований на збільшення ефективності роботи команд через автоматизацію рутинних завдань, що дозволяє прискорити розробку та розгортання додатків [2];

8) *DevOps як підхід до управління інфраструктурою*: DevOps означає управління інфраструктурою як кодом, що дозволяє автоматизувати налаштування середовищ і забезпечує їх стабільність та відтворюваність [9];

9) *DevOps як цикл зворотного зв'язку*: DevOps передбачає створення циклу зворотного зв'язку між розробниками, операційними інженерами та кінцевими користувачами для постійного вдосконалення процесів і продукту [8];

10) *DevOps як бізнес-стратегія*: DevOps – це стратегія цифрової трансформації, яка допомагає організаціям швидко реагувати на зміни ринку через прискорення процесів розробки і розгортання [5].

Ці різні підходи відображають широку і багатогранну природу DevOps як дисципліни, яка розвивалася з часом і набула широкого застосування в індустрії розробки програмного забезпечення.

Отже, у класичному технічному розумінні DevOps – це методологія управління життєвим циклом програмного забезпечення, що інтегрує розробку, тестування, розгортання та моніторинг. Вона орієнтована на ефективність, автоматизацію та спільну відповідальність команд.

Проте, при перенесенні у педагогічний вимір, обмеження лише методологічною функцією звужує його потенціал. Навчання DevOps не зводиться до засвоєння технічних інструментів CI/CD, IaC чи контейнеризації – воно передбачає формування мислення DevOps, тобто культури співпраці, інтеграції та рефлексії.

Коли DevOps переноситься в освіту, його сутність трансформується:

- він перестає бути лише технічною методологією;
- стає педагогічною рамкою, яка:
- задає систему принципів навчання (інтеграція, колаборація, автоматизація, рефлексія, безперервність);
- формує архітектуру освітнього процесу за аналогією до DevOps-циклу (Планування → Кодування → Збирання → Тестування → Реліз → Розгортання → Експлуатація → Моніторинг → Вдосконалення);
- забезпечує педагогічну інтерпретацію DevOps-етапів (планування навчання, реалізація, тестування результатів, рефлексія, вдосконалення);
- об'єднує різні методики (проектне навчання, agile-підхід, рефлексивне навчання, problem-based learning тощо) в єдину систему.

Поняття педагогічна рамка означає системну архітектуру освітнього процесу, що визначає його цілі, принципи, структуру та взаємозв'язки між компонентами. Рамка не є набором методів – вона задає концептуальні координати навчання: цільовий блок (які компетентності формуються); змістовий блок (який навчальний контент і DevOps-інструментарій використовується); процесуально-технологічний блок (етапи DevOps-циклу в освітньому еквіваленті: планування, реалізація, тестування, рефлексія); результативний блок (компетентності, які відображаються у готовності до колаборації, автоматизації, безперервного вдосконалення).

Таким чином, DevOps у педагогіці набуває ознак рамкової моделі освітнього процесу, а не лише методологічної системи. Він структурує логіку навчання, забезпечує міждисциплінарну інтеграцію і створює умови для формування нової освітньої культури – DevOps-культури навчання.

DevOps як педагогічна рамка – це системо-концептуальна модель організації освітнього процесу, що інтегрує принципи безперервного вдосконалення, автоматизації, співпраці та зворотного зв'язку в єдину архітектуру професійної підготовки фахівців у галузі інформаційних технологій. Вона відображає педагогічну інтерпретацію DevOps-філософії, у межах якої освітня діяльність розглядається як циклічний процес планування, розроблення, тестування, розгортання, моніторингу та рефлексії освітніх результатів, аналогічний до циклу безперервної інтеграції й доставки у сфері розробки програмного забезпечення.

Педагогічна рамка DevOps формує нову освітню культуру, орієнтовану на взаємодію, прозорість, швидкий зворотний зв'язок і навчання через практику. Вона забезпечує перехід від традиційної моделі передачі знань до моделі освітньої взаємодії, де студенти, викладачі та цифрові середовища утворюють спільну екосистему безперервного вдосконалення.

Отже, DevOps-освіта у межах педагогічної рамки постає як цілісна система, у якій технічна методологія DevOps переосмислюється як педагогічна концепція інтегрованого, гнучкого та рефлексивного навчання, що поєднує культурні, технологічні та дидактичні компоненти.

З метою визначення місця DevOps у системі педагогічних категорій доцільно розглянути його через призму ієрархії педагогічного узагальнення. У педагогічній науці будь-яке явище може бути описане на різних рівнях – від парадигмального (концептуального) до прикладного (методичного). Такий аналіз дозволяє з'ясувати, чи є DevOps лише методологією навчання, чи він виконує ширшу функцію – формування педагогічної рамки й навіть нової освітньої парадигми.

Узагальнена системна ієрархія, наведена в таблиці 1, демонструє місце DevOps у структурі педагогічних понять та відображає поступовий перехід від концептуального рівня до рівня практичної реалізації.

Як видно з таблиці 1, DevOps не обмежується роллю методології навчання – він займає багаторівневе місце у педагогічній системі. На парадигмальному рівні DevOps формує нову освітню концепцію, що ґрунтується на ідеї безперервного вдосконалення та інтеграції освіти з реальними практиками IT-галузі. На рівні педагогічної рамки DevOps виступає як структуроутворювальний каркас, який визначає принципи, логіку та архітектуру освітнього процесу.

Подальші рівні – методологічний, методичний і технологічний – репрезентують практичну реалізацію DevOps у навчанні: створення лабораторій безперервної інтеграції, проведення DevOps-хакатонів, використання інструментів контейнеризації та автоматизованого оцінювання. Таким чином, DevOps функціонує як багатовимірна освітня

Таблиця 1

Місце DevOps у системній ієрархії педагогічних понять

Рівень педагогічного узагальнення	Приклад / роль DevOps
Парадигма / концепція	Парадигма безперервного вдосконалення та інтеграції освіти й практики
Педагогічна рамка	<i>DevOps-framework</i> як системна архітектура освітнього процесу
Методологія	Конкретизація рамки у вигляді <i>DevOps-методології</i> навчання ІТ-фахівців
Методика / технологія	Приклади: CI/CD-лабораторії, DevOps-хакатони, рефлексивні спринти
Методи / засоби	Автоматизація оцінювання, GitLab CI/CD, Docker-практикуми тощо

система, де педагогічна рамка задає концептуальну цілісність, а методологія і методика забезпечують її реалізацію у практиці підготовки ІТ-фахівців.

У дисертаційних і дослідницьких підходах DevOps доцільно розглядати у двох площинах:

- як методологію реалізації (сукупність методів, практик і інструментів навчання);
- як педагогічну рамку (концептуальний каркас, що визначає принципи й архітектуру освітньої системи).

Отже, методологія є операційним рівнем, а педагогічна рамка – концептуальним. DevOps виступає *педагогічною рамкою*, що вміщує у собі власну методологію реалізації.

Висновки. DevOps еволюціонував від технічної методології до міждисциплінарної концепції, яка інтегрує культурні, організаційні та освітні аспекти.

У педагогіці DevOps не можна обмежувати лише рівнем методології – він утворює педагогічну рамку, яка визначає структуру, принципи та логіку навчального процесу.

DevOps-рамка у професійній підготовці ІТ-фахівців передбачає інтеграцію технічних DevOps-принципів із педагогічними: колаборацію, автоматизацію, рефлексію та безперервне вдосконалення.

Подальші дослідження мають бути спрямовані на розробку DevOps-методології навчання, яка конкретизує механізми реалізації цієї рамки у практиці закладів вищої освіти.

Література

1. Bass L., Weber I., Zhu L. DevOps: A Software Architect's Perspective. Boston: Addison-Wesley Professional, 2015. 352 p.
2. Davis J., Daniels K. Effective DevOps: Building a Culture of Collaboration, Affinity, and Tooling at Scale. Sebastopol: O'Reilly Media, 2016. 378 p.
3. Devopsdays Ghent 2009. URL: <https://legacy.devopsdays.org/events/2009-ghent/>.
4. Forsgren N., Humble J., Kim G. Accelerate: The Science of Lean Software and DevOps. Portland: IT Revolution Press, 2018. 288 p.
5. Gruver G., Mouser T. Leading the Transformation: Applying Agile and DevOps Principles at Scale. Portland: IT Revolution Press, 2015. 112 p.
6. Humble J., Farley D. Continuous Delivery: Reliable Software Releases through Build, Test, and Deployment Automation. Boston: Addison-Wesley Professional, 2010. 463 p.
7. Kim G., Behr K., Spafford G. The Phoenix Project: A Novel About IT, DevOps, and Helping Your Business Win. Portland: IT Revolution Press, 2013. 432 p.
8. Kim G., Humble J., Debois P., Willis J. The DevOps Handbook: How to Create World-Class Agility, Reliability, & Security in Technology Organizations. Portland: IT Revolution Press, 2016. 480 p.
9. Morris K. Infrastructure as Code: Managing Servers in the Cloud. Sebastopol: O'Reilly Media, 2016. 430 p.
10. Velocity 09: John Allspaw and Paul Hammond *10+ Deploys per Day: Dev and Ops Cooperation at Flickr*. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=LdOe18KhtT4>.

References

1. Bass, L., Weber, I., & Zhu, L. (2015). DevOps: A software architect's perspective. Boston, MA: Addison-Wesley Professional.
2. Davis, J., & Daniels, K. (2016). Effective DevOps: Building a culture of collaboration, affinity, and tooling at scale. Sebastopol, CA: O'Reilly Media.
3. Devopsdays Ghent 2009. (2009, October). Devopsdays Conference. Retrieved from: <https://legacy.devopsdays.org/events/2009-ghent/>
4. Forsgren, N., Humble, J., & Kim, G. (2018). Accelerate: The science of lean software and DevOps. Portland, OR: IT Revolution Press.
5. Gruver, G., & Mouser, T. (2015). *Leading the transformation: Applying Agile and DevOps principles at scale*. Portland, OR: IT Revolution Press.
6. Humble, J., & Farley, D. (2010). Continuous delivery: Reliable software releases through build, test, and deployment automation. Boston, MA: Addison-Wesley Professional.
7. Kim, G., Behr, K., & Spafford, G. (2013). The Phoenix project: A novel about IT, DevOps, and helping your business win. Portland, OR: IT Revolution Press.
8. Kim, G., Humble, J., Debois, P., & Willis, J. (2016). The DevOps handbook: How to create world-class agility, reliability, & security in technology organizations. Portland, OR: IT Revolution Press.
9. Morris, K. (2016). Infrastructure as code: Managing servers in the cloud. Sebastopol, CA: O'Reilly Media.
10. Velocity Conference. (2009, June). Allspaw, J., & Hammond, P. 10+ deploys per day: Dev and Ops cooperation at Flickr [Video]. YouTube. Retrieved from: <https://www.youtube.com/watch?v=LdOe18KhtT4>

АНОТАЦІЯ

У статті розглянуто концептуальну трансформацію DevOps – від технічної методології управління життєвим циклом програмного забезпечення до педагогічної рамки, здатної структурувати сучасний освітній процес у контексті цифрової трансформації освіти. Показано, що розвиток DevOps, започаткований у 2009 році як підхід до інтеграції розробки та експлуатації програмних систем, поступово вийшов за межі інженерного середовища, сформувавши нову культуру співпраці, автоматизації, прозорості та безперервного вдосконалення. У педагогічному контексті DevOps трактується як системно-концептуальна модель, що інтегрує принципи інтеграції, колаборації, автоматизації, рефлексії та безперервності в архітектуру професійної підготовки фахівців у галузі інформаційних технологій. Такий підхід забезпечує поєднання теоретичної, практичної та дослідницької діяльності студентів у єдиній системі постійного вдосконалення знань і навичок.

Мета дослідження полягає у визначенні педагогічної природи DevOps, обґрунтуванні його як педагогічної рамки та з'ясуванні співвідношення понять «методологія» і «рамка» в освітньому дискурсі. Для досягнення поставленої мети застосовано теоретико-методологічний аналіз, системний і порівняльний методи, інтерпретаційний підхід до перенесення технічних принципів DevOps у педагогічну площину, а також елементи моделювання освітніх процесів.

Результати дослідження доводять, що DevOps не обмежується функціями методології навчання, а формує нову освітню парадигму, орієнтовану на гнучкість, інтегрованість, рефлексивність і безперервне вдосконалення. Запропоновано системну ієрархію, у межах якої DevOps визначається як багаторівнева педагогічна система: від парадигми й рамки до методології, методики та засобів навчання, що забезпечують реалізацію концепції в освітній практиці.

Наукова новизна дослідження полягає в теоретичному обґрунтуванні DevOps як педагогічної рамки, яка поєднує культурні, технологічні й дидактичні аспекти та забезпечує перехід від традиційної моделі передачі знань до моделі інтерактивної освітньої взаємодії, у межах якої студенти, викладачі та цифрове середовище утворюють спільну екосистему безперервного професійного розвитку.

Ключові слова: DevOps, педагогічна рамка, методологія, професійна підготовка, цифрова трансформація освіти.



Дата надходження статті: 14.10.2025

Дата прийняття статті: 14.11.2025

Опубліковано: 29.12.2025